

Абдыжапарова Э.К., Халматов А.Н.

МЕТОД ДИСПЕРСИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ – НОВЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ, РЕАЛИЗУЕМЫЙ ПРИБОРОМ «КардиоВизор – 12С»

Abdyzhaparova E.K., Khalmatov A.N.

METHOD OF DISPERSION CARDING – METHOD OF ANALYSIS OF ELECTROCARDIOGRAM, REALIZED BY THE DEVICE “CardioVisor – 12C”

УДК: 616.12 - 073.97

В статье представлены результаты клинической апробации скрининг-анализатора «КардиоВизор – 12С», реализующий метод дисперсионного картирования. Дается заключение об эффективности метода при скрининговых исследованиях.

Ключевые слова: дисперсионное картирование, электрокардиограмма, прибор.

In the article the results of clinical approbation of screening – analyzer “CardioVisor – 12C”, realizing the method of dispersion carding are represented. The conclusion about the effectiveness of the screening investigations method is given.

Key words: dispersion carding, electrocardiogram, device.

Введение

В настоящее время электрокардиология по-прежнему является быстро развивающейся областью науки и клинической практики. Важнейшая тенденция современного этапа ее развития – это расширение круга диагностических задач, которые могут решаться с использованием новых ЭКГ-методов функциональной диагностики. Они разрабатываются на основе и с привлечением последних достижений электрофизиологии, биофизики, информатики, математического моделирования и компьютерной технологии.

Современная электрокардиография далеко ушла от традиционного клинического анализа электрокардиограммы (ЭКГ) и располагает новыми технологиями, позволяющими на основе применения специальных методов анализа электрокардиосигнала судить об энергетических и обменных процессах в миокарде на молекулярно-клеточном уровне [1].

Существует ряд новых технологий, которые не только являются многообещающими для будущего, но уже сегодня находят свое применение в повседневной клинической практике для диагностики ишемии миокарда и оценки нарушений электрических свойств миокарда. При анализе ЭКГ-сигнала, кроме выявления аритмий и измерения смещения сегмента ST, могут быть измерены и другие электрофизиологические переменные. К методам анализа таких переменных относятся: альтернация зубца Т – TWA (T-Wave Alternans), дисперсия интервалов Q-T, QRS и T-зубца, дипольная электрокардиотопография (ДЭКАРТО), сигнал-усредненный анализ, метод дисперсионного

картирования (ДК), турбулентности сердечного ритма и др.

Разработка новых методов ЭКГ-диагностики является актуальной, клинически обоснованной и экономически оправданной задачей. Существующий метод стандартной ЭКГ-диагностики за 100 лет применения значительно исчерпал свои возможности по повышению диагностического потенциала. Вряд ли стоит ожидать, что простое новое сложение или вычитание амплитудных или временных показателей стандартной ЭКГ приведет к значительному повышению диагностических возможностей метода.

Первым серийным медицинским прибором, реализующий метод дисперсионного картирования (ДК ЭКГ) является компьютерная система скрининга сердца «КардиоВизор – 12С», производства фирмы «Медицинские компьютерные системы» (Москва, Зеленоград). Скрининг осуществляют с целью ранней диагностики заболевания или предрасположенности к нему, что необходимо для оказания своевременной лечебно-профилактической помощи. Скрининг в кардиологии проводят чаще всего с целью выявления ишемической болезни сердца и артериальной гипертензии, а также факторов риска их развития. «КардиоВизор – 12С» предназначен для оперативного выявления отклонений в работе сердца, которые проявляются в изменении дисперсионных характеристик при наличии пограничных состояний сердца и предупреждает о наличии выраженной патологии.

Методика регистрации низкоамплитудных дисперсий электрокардиосигнала (ДК ЭКГ), методические основы метода.

Прибор «КардиоВизор - 12С» реализует одну из новых технологий анализа ЭКГ-сигнала, базирующуюся на оценке существующих в норме и патологии низкоамплитудных (10-30 мкВ) колебаний (дисперсий) сигнала от цикла к циклу, которые можно выявить на всем протяжении кардиоцикла (P-QRS-T) и затем использовать для оценки электрофизиологического состояния миокарда. Полученные результаты анализа дисперсий колебаний амплитуд де- и реполяризации предсердий и желудочков отображаются на условном изображении сердца (поверхности квазиэпикарда) с использованием новой электродинамической модели миокарда (ЭДМ) [2].

Таблица 1.

Группы отклонений дисперсионных характеристик

Группа	Показатели групп анализируемых дисперсий	Используемые обозначения показателей групп
G1	Деполаризация правого предсердия	DisPRA
G2	Деполаризация левого предсердия	DisPLA
G3	Деполаризация правого желудочка	DQRS _{END} – RV
G4	Деполаризация левого желудочка	DQRS _{END} – LV
G5	Реполяризация правого желудочка	DisTRV
G6	Реполяризация левого желудочка	DisTLV
G7	Симметрия деполаризации желудочков	SDV
G8	Внутрижелудочковые блокады	IVB
G9	Гипертрофия желудочков	VH

Подтверждением обоснованности использования анализа небольших колебаний являются многочисленные исследования дисперсии длительности и амплитуд Р- и Т- зубцов, QRS-комплекса, интервала QT по данным стандартной ЭКГ и ортогональных отведений [3].

Близкие подходы применяются при исследовании альтернации Т зубца по принципу «beat-to-beat» анализа. Феномен альтернации Т зубца, характеризуется наличием изменений «beat-to-beat» параметров – его морфологии, амплитуды или полярности. Отмечается значительная роль данного феномена в оценке реполяризационных нарушений при использовании его в качестве прогностического маркера ЖТ и изучении аритмогенеза желудочков [4,5].

Несмотря на широкий интерес к этим исследованиям за рубежом в нашей стране практически отсутствуют работы, анализирующие дисперсию амплитудных и интегральных де- и реполяризационных показателей. Определение показателей дисперсии низкоамплитудных колебаний электросигнала для здоровых людей разного возраста и изучение возможностей метода ДК ЭКГ является важным направлением поиска новых диагностических признаков нарушений электрофизиологических свойств миокарда [6].

Основным назначением прибора «КардиоВизор» является анализ случайных низкоамплитудных колебаний электросигнала от цикла к циклу с последующим расчетом и трехмерной визуализацией электромагнитного излучения миокарда по параметрам этой амплитудной дисперсии стандартного ЭКГ- сигнала от конечностей (4 электрода). Дисперсионные характеристики в приборе «КардиоВизор – 12С» рассчитываются по 9 анализируемым группам отклонений (G1-G9) (табл.1). Количественные дисперсионные характеристики невозможно рассчитать вручную, так как для этого необходимо выполнять огромное число вычислительных операций, которые можно реализовать только в виде компьютерной программы.

Названия этих групп отражают прежде всего электрофизиологические особенности изменений в миокарде предсердий и желудочков (процессы деполаризаций и реполяризаций). Контролируемые таким образом дисперсионные характеристики низкоамплитудных колебаний ЭКГ отражают характеристики повторяемости движения фронтов деполаризации и реполяризации в миокарде при каждом сокращении сердца, усредненные за время 10...20 с. Процедура расчета дисперсионных характеристик состоит в определении вероятной локализации отделов миокарда с изменениями, ставших источником дисперсионных изменений, а также в определении интегрального показателя отклонений дисперсионных характеристик от нормы в локализованных отделах.

В итоге на выходе информационного усилителя (усиливает малые отклонения, которые повторяются во всех анализируемых PQRST –комплексах) формируется поверхностная карта дисперсионных характеристик, которая отображает лишь значимые отклонения этих характеристик от нормы. Эта карта по определенному алгоритму проецируется на эпикардиальную поверхность компьютерной 3-мерной анатомической модели сердца. На экране дисплея возникает цифровая модель дисперсионных характеристик на поверхности квазиэпикарда – «портрет сердца», представляющий собой «моментальный снимок», получаемый в результате расчета средних дисперсионных характеристик низкоамплитудных колебаний за время ввода ЭКГ. Непосредственное наблюдение топологии дисперсионных изменений на поверхности квазиэпикарда позволяет наблюдать самые ранние изменения в состоянии сердца, которые в стандартных ЭКГ – признаках не проявляются (табл.2). По мнению авторов методики [1], портрет сердца является косвенным интегральным индикатором изменений электрических характеристик ионных каналов кардиомиоцитов. Выраженность отклонений, оценивается интегральными показателями, которые получили на наименование «Миокард» или индекс электрофизиологических изменений миокарда, и «Ритм», рассчитываемый по значениям показателей variability сердечного ритма (Мода, отношение длительности RR_{max}/RR_{cp}, и длительность RR_{min}/RR_{cp}).

Обобщая вышеизложенное, дисперсионное картирование ЭКГ можно представить как метод регистрации, анализа, расчета и трехмерной визуализации электромагнитного излучения

миокарда по параметрам амплитудной дисперсии ЭКГ-сигнала от конечностей.

Таблица 2.

Шкала выделенных диапазонов значений индикаторов «миокард» и «ритм», которые используются программой при классификации состояния

Состояние	Цвет на квазиэпикарде	Величина индикатора «миокард», %	Величина индикатора «ритм», %
Значимых отклонений нет	Зеленый	< 16	< 15
Пограничное состояние	Желтый	16 - 19	15 – 50
Невыраженная патология	Желтый	20 -23	51 – 80
Патология	Коричневый	24 - 47	51 – 80
Выраженная патология	Красный	> 47	> 80

Начальное разграничение нормы и патологии при создании алгоритмов расчетов в приборе «Кардиовизор-6С» было проведено на основе стандартной процедуры обучения классификатора на контрольной группе здоровых лиц, а также группе лиц со строго верифицированными клиническими диагнозами, включающими гипертоническую болезнь, различные формы ишемической болезни сердца, пороки сердца и др. (протоколы РКНПК, МОНИКИ). В результате для каждой из групп G1-G9 были разработаны границы нормы для дисперсий P-зубца, QRS- комплекса и T-зубца, которые записаны в памяти прибора [7].

Имеющийся сегодня опыт испытаний и нескольких лет эксплуатации прибора свидетельствует о бесспорном факте: среди неинвазивных и доступных для широкой клинической практики методов контроля по чувствительности к метаболическим изменениям метод дисперсионного картирования ЭКГ имеет наилучшие показатели. Основные результаты испытаний сводятся к следующим выводам:

– Чувствительность к патологическим изменениям – не менее 95% (из них чувствительность к ранним признакам ишемии не менее 78%);

– Специфичность к патологическим изменениям – не менее 90% (из них специфичность для ранних признаков ишемии не менее 67%);

– Время обследования – не более 4 минут, включая время наложения электродов;

– Эргономические качества программного интерфейса – применение прибора не вызывает затруднений технологического или психологического характера;

– Выходные данные: 1)Портрет сердца (вид эпикарда слева и справа с выделенными

патологическими изменениями). 2)Интегральный показатель патологических изменений миокарда. 3)Список вероятных патологий. 4)Рекомендации для врача.

В клинике применение метода ДК позволяет проводить раннее выявление имеющихся нарушений коронарной перфузии миокарда и его метаболизма, а также использовать и в самых различных других ситуациях, при которых имеет место поражение миокарда. Метод ДК (по сравнению с методикой стандартной ЭКГ) отражает изменения на более ранних этапах метаболических изменений ишемического каскада, является отражением как начальных обратимых процессов, так и развития электрофизиологического ремоделирования. Различные виды ремоделирования (функциональное, морфологическое и электрическое) являются составляющими динамики патологического процесса при многих заболеваниях миокарда и эти процессы идут параллельно. По данным современных исследований, в большей части случаев электрокардиографические феномены, опережают механические [8], т.е. электрическое ремоделирование опережает структурно-геометрические изменения и следовательно может раньше отражать происходящие в миокарде патологические процессы [9,10].

Материал и методы

С 6 октября по ноябрь 2009 г. на базе консультативно-диагностической поликлиники при Национальном Центре Кардиологии и Терапии (НЦКиТ) им. Миррахимова М.М. проводилась клиническая апробация ЭКГ-анализатора «КардиоВизор – 12С», принадлежащим ОсОО «Тан Фарма».

Всего обследовано 94 человек (42 мужчин и 52 женщин) в возрасте от 18 до 74 лет (средний возраст $52,0 \pm 1,3$ лет). Из них 79 больных – 37 мужчин и 42 женщины. Заболевания со строго верифицированными диагнозами выделены в 6 групп: 1-ая группа – больные со стабильной стенокардией ФК 2-3 с постинфарктным и атеросклеротическим кардиосклерозом сосудов, включает 32 пациента в возрасте от 39 до 74 лет (средний возраст $57,4 \pm 1,5$ лет); 2-ая группа – больные с нестабильной стенокардией (НС) включает 11 пациентов от 43 до 71 лет (средний возраст $60,5 \pm 2,6$ лет); 3-ая группа – больные с инфарктом миокарда (ИМ) включает 4 пациента от 47 до 60 лет (средний возраст $53,0 \pm 2,8$ лет); 4-ая группа – больные с гипертонической болезнью (ГБ) 2-3 степени включает 15 пациентов от 38 до 69 лет (средний возраст $56,3 \pm 2,4$ лет); 5-ая группа – больные с хронической ревматической болезнью сердца включает 8 пациентов от 18 до 60 лет (средний возраст $39,1 \pm 4,8$ лет); в 6-ую группу включены 9 пациентов от 37 до 64 лет (средний возраст $45,3 \pm 5,0$ лет) с разными нозологиями: сахарный диабет 2 типа (СД), ревматоидный артрит

(РА), хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) 3 ст., инфекционный миокардит (ИМК). В контрольную группу (7-ая группа) вошли здоровые лица – 15 человек (5 мужчин и 10 женщин) в возрасте от 23 до 60 лет (средний возраст $40,5 \pm 3,5$ лет) без каких-либо анамнестических, клинико-инструментальных указаний на заболевание сердца и других органов.

Всем больным, кроме клинического обследования и дисперсионного картирования ЭКГ, проводили регистрацию ЭКГ в 12-ти стандартных отведениях, ультразвуковое исследование сердца, общепринятые лабораторные и биохимические анализы.

Таблица 3.

Общая характеристика обследованных групп

Группы обследованных	Количество наблюдений	Средний возраст, годы	М:Ж
1-ая группа Стенокардия напряжения (n=32)	32	$57,4 \pm 1,5$	19:13
2-ая группа НС (n=11)	11	$60,5 \pm 2,6$	5:6
3-ая группа ИМ (n=4)	4	$53,0 \pm 2,8$	2:2
4-ая группа ГБ (n=15)	15	$56,3 \pm 2,4$	5:10
5-ая группа ХРБС (n=8)	8	$39,1 \pm 4,8$	2:6
6-ая группа СД, РА, ХОБЛ, ИМК (n=9)	9	$45,3 \pm 5,0$	4:5
7-ая группа Здоровые лица (n=15)	15	$40,5 \pm 3,5$	5:10
Всего	94	$52,0 \pm 1,3$	42:52

Результаты исследований

В ходе исследования значения интегрального показателя «миокард» группах с различными нозологиями (1- 6-ая группы) выше по сравнению с группой здоровых лиц (7-ая группа, $15,0 \pm 0,6$ %) (табл. 4). Причем наиболее высокий уровень, в отличие от других нозологий, интегрального показателя «миокард» имела 3-ая группа с ИМ ($27,5 \pm 6,0$ %), затем 2-ая группа с НС ($26,7 \pm 3,1$ %). Выявлены и достоверная разница ($p < 0,05$) этого показателя между этими группами. Во всех группах, кроме 4 и 5-ой (ГБ - $19,5 \pm 1,8$ %, $p < 0,05$; ХРБС - $19,6 \pm 4,8$ % - пограничное состояние 16 -19 %), величина индикатора «миокард» указывала на патологию (24 -47 %, табл. 2), причем достоверной разницы в 4-й группе не выявлено ($p > 0,05$). Величина этого индикатора у больных 1-ой ($23,8 \pm 2,1$ %) и 6-ой групп ($23,7 \pm 3,3$ %) указывала на невыраженную патологию (20 – 23 %).

Значения интегрального показателя «ритм» в здоровой группе ($37,5 \pm 5,3$ %) показало пограничное состояние (15 – 50 %). В остальных группах этот

показатель тоже указывал на пограничное состояние, достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$). Видимо, это связано с тем, что обследование пациентов проводилось однократно. Это значительно снижает ближайшую воспроизводимость при работе с программным обеспечением «КардиоВизор».

Таблица 4.

Значения интегрального показателя «миокард» и показателя вариабельности сердечного ритма – «ритм» в обследованных группах.

Обследованные группы	«Миокард», %	«Ритм», %
1-ая группа Стенокардия напряжения (n=32)	$23,8 \pm 2,1$	$34,7 \pm 2,8$
2-ая группа НС (n=11)	$26,7 \pm 3,1$	$39,8 \pm 4,9$
3-ая группа ИМ (n=4)	$27,5 \pm 6,0$	$37,2 \pm 9,0$
4-ая группа ГБ (n=15)	$19,5 \pm 1,8$	$39,3 \pm 4,2$
5-ая группа ХРБС (n=8)	$19,6 \pm 4,8$	$42,1 \pm 8,3$
6-ая группа СД, РА, ХОБЛ, ИМК (n=9)	$23,7 \pm 3,3$	$41,2 \pm 6,1$
7-ая группа Здоровые лица (n=15)	$15,0 \pm 0,6$	$37,5 \pm 5,3$

Можно заключить, что выявление высоких интегральных показателей при скрининговых обследованиях, непосредственно указывает на наличие острых или нестабильных состояний, требующих дальнейшего обследования. Для определения показателей ближайшей и отдаленной воспроизводимости, а также в случаях пограничных значений целесообразно проводить 2 -3-х кратные (подряд) регистрации.

Литература:

1. Иванов Г.Г., Сула А.С. Дисперсионное ЭКГ – картирование: теоретические основы и клиническая практика. Техносфера. Москва. 2009. с.190.
2. Сула А.С., Рябыкина Г.В., Гришин В.Г. ЭКГ-анализатор КардиоВизор – 6С: новые возможности выявления ишемии миокарда при скрининговых обследованиях и перспективы использования в функциональной диагностике. Функциональная диагностика, 2003.-2, с. 69-77.
3. Raeder E.A., Rosenbaum D.S., Bhasin R., Cohen R.J. Alternating morphology of the QRST complex preceding sudden death // N. Engl. J. Med. 1992; 326: 271-272.
4. Smith J.M., Clancy E.A., Valeri C.R. et al. Electrical alternans and cardiac electrical instability // Circulation, 1988; 77: 110-121.
5. Rosenbaum D.S., Jackson L.E., Smith J.M. et al. Electrical alternans and vulnerability to ventricular arrhythmias // N. Engl. L. Med. 1994. 330: 235-241.

6. Кудашова И.А. Оценка функционального состояния сердца методом дисперсионного картирования ЭКГ. Автореферат. Москва. 2006, 16 с.
7. Рябыкина Г.В., Сула Ф.С. Использование прибора КардиоВизор -6С для скрининговых обследований: Пособие для врачей.М., 2004.С.34.
8. Katz А.М. The cardiomyopathy of overload: an unnatural growth response // Eur. Heart J., 1995; 16. Suppl O: 110-114.
9. Berger R.D., Kasper E.R., Baughman K.L. et al. Beat to beat QT interval variability novel evidens for repolarisation lability in ischemic and nonischemic dilated cardiomyopathy // Circulation, 1997; 96: 1557-1565.
10. Zaza A., Rocchetti M., Besana A. Dynamic modulation of repolarising currents International cngress in electrocardiology / Milan. June – July, 2000.

Рецензент: к.мед. н. Бакеева М.Э
